

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-179154

(43)Date of publication of application : 07.07.2005

(51)Int.Cl.

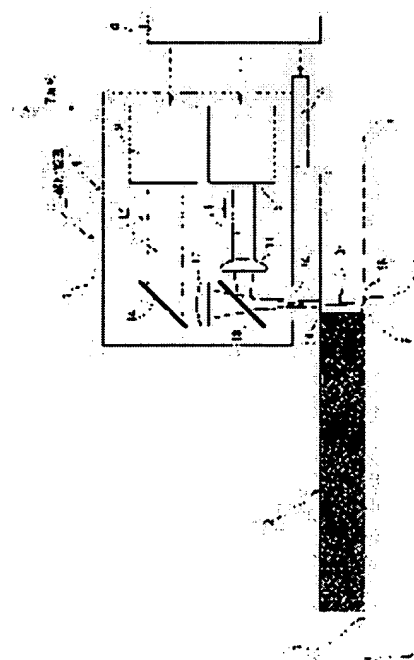
C03B 33/09  
B23K 26/00  
B23K 26/06  
B28D 5/00  
G02F 1/1333(21)Application number : 2003-425571 (71)Applicant : SHIBUYA KOGYO CO LTD  
JOYO KOGAKU KK(22)Date of filing : 22.12.2003 (72)Inventor : KOSEKI RYOJI  
ONOSE TAKASHI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR FRACTURING BRITTLE MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus by which a brittle material (liquid crystal glass 2) can be surely fractured compared with a conventional method and apparatus.

SOLUTION: The fracturing apparatus 1 is equipped with a first laser oscillator 8 for oscillating first laser light L1 and a second laser oscillator 9 for oscillating second laser light L2 having longer wavelength than the first laser light L1. The apparatus 1 is constituted so as to enable the irradiation of the liquid crystal glass 2 with the first laser light L1 and the second laser light L2 along with a parting line of the glass 2 from the surface 2A side. A fine crack C is formed in the rear surface 2B because the focal point F1 of the first laser light L1 is matched in the vicinity of the rear surface 2B in the liquid crystal glass 2. Further, since this fine crack is irradiated with the second laser light L2, the crack C grows in the thickness direction of the liquid crystal glass 2, and the crack C reaches the



surface 2A from rear surface 2B. Thereby, the liquid crystal glass 2 is fractured.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-179154

(P2005-179154A)

(43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

C03B 33/09

C03B 33/09

2H090

B23K 26/00

B23K 26/00

320E

3C069

B23K 26/06

B23K 26/06

A

4E068

B28D 5/00

B28D 5/00

Z

4G015

G02F 1/1333

G02F 1/1333 500

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2003-425571 (P2003-425571)

(22) 出願日

平成15年12月22日 (2003.12.22)

(71) 出願人 000253019

澁谷工業株式会社

石川県金沢市大豆田本町甲58番地

(71) 出願人 399041561

常陽工学株式会社

神奈川県横浜市青葉区荏田西1丁目5番地12

(74) 代理人 100082108

弁理士 神崎 真一郎

(72) 発明者 小関 良治

石川県金沢市大豆田本町甲58番地 澁谷工業株式会社内

(72) 発明者 小野瀬 隆

神奈川県横浜市青葉区荏田西1丁目5番12号 常陽工学株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脆性材料の割断方法およびその装置

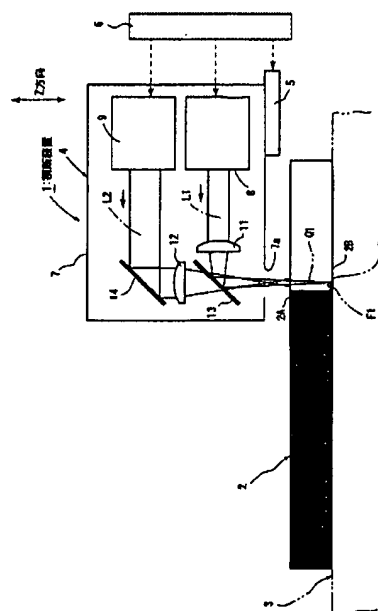
(57) 【要約】

【課題】 従来と比較して、脆性材料（液晶ガラス2）を確実に割断することが可能な割断方法と装置を提供する。

【解決手段】 割断装置1は、第1レーザ光L1を発振する第1レーザ発振器8と、第1レーザ光L1よりも波長が長い第2レーザ光L2を発振する第2レーザ発振器9とを備えている。第1レーザ光L1と第2レーザ光L2とを表面2A側から液晶ガラス2の分割線に沿って照射する。

第1レーザ光L1の焦点F1は液晶ガラス2内の裏面2Bの近傍に合わせてあるので、裏面2Bに微小な亀裂Cが生じる。上記微小な亀裂Cに第2レーザ光L2が照射されることで、上記亀裂Cは液晶ガラス2の厚さ方向に成長して上記亀裂Cは裏面2Bから表面2Aまで到達して、液晶ガラス2が割断される。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

板状の脆性材料にレーザ光を照射して切断する脆性材料の切断方法において、脆性材料の裏面またはその近傍となる内部に焦点を合わせて表面側から脆性材料に第1レーザ光を照射して、脆性材料の裏面に亀裂を形成して脆性材料を切断することを特徴とする脆性材料の切断方法。

## 【請求項2】

上記第1レーザ光は、波長が紫外線領域であって、かつパルス幅が1ナノ秒未満であることを特徴とする請求項1に記載の脆性材料の切断方法。

## 【請求項3】

上記亀裂が生じた箇所に第2レーザ光を照射して加熱することにより、上記亀裂を裏面側から表面まで到達するように脆性材料の厚さ方向に成長させて切断することを特徴とする請求項1に記載の脆性材料の切断方法。

## 【請求項4】

上記第2レーザ光を脆性材料の表面側から照射することを特徴とする請求項3に記載の脆性材料の切断方法。

## 【請求項5】

脆性材料に亀裂を形成する第1レーザ光を発振する第1レーザ発振器と、上記第1レーザ発振器と脆性材料とを相対移動させて第1レーザ光の照射位置を変更する移動手段とを備え、

上記第1レーザ光の焦点を脆性材料の裏面またはその近傍となる内部に合わせた状態で、上記第1レーザ発振器から発振した第1レーザ光を表面側から脆性材料に照射して、該脆性材料の裏面に亀裂を形成することにより脆性材料を切断することを特徴とする脆性材料の切断装置。

## 【請求項6】

上記第1レーザ発振器は、波長が紫外線領域で、かつパルス幅が1ナノ秒未満の第1レーザ光を照射することを特徴とする請求項5に記載の切断装置。

## 【請求項7】

上記脆性材料を加熱する第2レーザ光を発振する第2レーザ発振器を設けて、上記亀裂を形成した箇所に第2レーザ光を照射して、上記亀裂を裏面側から表面まで到達するように脆性材料の厚さ方向に成長させることを特徴とする請求項5に記載の切断装置。

## 【請求項8】

上記第2レーザ発振器は、脆性材料の表面側から第2レーザ光を照射することを特徴とする請求項7に記載の切断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は脆性材料の切断方法とその装置に関し、より詳しくは、例えば脆性材料としての液晶ガラスにレーザ光を照射して所要の形状に切断する場合に好適な脆性材料の切断方法とその装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、液晶ガラスなどの脆性材料にレーザ光を照射して切断するようにした切断方法は知られている（例えば特許文献1～特許文献4）。

特許文献1の切断方法においては、脆性材料の裏面に適宜な工具によりスクライビング線を形成し、その後に反対の面となる表面側から上記スクライビング線に沿ってレーザ光の照射点を移動するようにしている。これにより、裏面に形成されたスクライビング線の溝底から局部割れが厚さ方向に拡大して表面まで到達して液晶ガラスが切断されるようになっている。

次に特許文献2の切断方法においては、紫外線領域のレーザー光を脆性材料の表面に照射してスクライビングを施し、その後、赤外線領域のレーザー光を表面側から上記スクライビングを施した部位に照射してその部位に熱歪みを与えるようにしている。このようにすることで、スクライビングを施した部位に形成された溝に沿って割れが表面側から裏面側まで到達して脆性材料が切断されるようになっている。

さらに、特許文献3及び特許文献4の切断方法においては、脆性材料の内部における厚さ方向の中央部あるいは厚さの半分的位置より入射面に近い位置または遠い位置にレーザー光の焦点を合わせてから、脆性材料にレーザー光を照射するようにしている。それにより、脆性材料の内部における厚さ方向の中央部に改質領域を形成するようにしている。その後、改質領域を基点とした割れを、外力を加えるか、あるいは自然に成長させて脆性材料を切断するようにしている。

【特許文献1】特開2001-26435号公報

【特許文献2】特許掲載公報第3036906号

【特許文献3】特許掲載公報第3408805号

【特許文献4】特開2002-192371号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上述した従来の切断方法においては、それぞれ次のような欠点があった。

すなわち、上記特許文献1の切断方法においては、脆性材料の裏面にスクライビング線形成用の工具を配置し、さらにそれを移動させる移動装置が必要となるので、装置全体が複雑になるという問題があった。しかも、工具を用いてスクライビング線を形成しているので、切断作業終了後の切断面の品質が良くないという欠点があった。

次に、特許文献2の切断方法においては、脆性材料に照射するレーザー光の照射条件を調節しても、脆性材料に生じる割れがレーザー光の照射位置より先行して、切断予定である分割線からはずれることがあった。

さらに、特許文献3及び特許文献4の切断方法においては、脆性材料の内部に改質領域を基点とした割れを形成しているが、割れが自然成長したとしても脆性材料の表裏両面まで完全に到達しないこともあり、切断不良部分が生じるという欠点があった。しかも、厚さのある脆性材料を切断する場合には、切断作業に時間掛かるという欠点があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上述した事情に鑑み、第1の本発明は、板状の脆性材料にレーザー光を照射して切断する脆性材料の切断方法において、

脆性材料の裏面またはその近傍となる内部に焦点を合わせて表面側から脆性材料に第1レーザー光を照射して、脆性材料の裏面に亀裂を形成して脆性材料を切断するようにしたものである。

また、第2の本発明は、脆性材料に亀裂を形成する第1レーザー光を発振する第1レーザー発振器と、上記第1レーザー発振器と脆性材料とを相対移動させて第1レーザー光の照射位置を変更する移動手段とを備え、

上記第1レーザー光の焦点を脆性材料の裏面またはその近傍となる内部に合わせた状態で、上記第1レーザー発振器から発振した第1レーザー光を表面側から脆性材料に照射して、該脆性材料の裏面に亀裂を形成することにより脆性材料を切断するようにした脆性材料の切断装置を提供するものである。

【発明の効果】

【0005】

このような構成によれば、脆性材料を短時間で確実に切断することが可能であり、かつ構成が簡略な脆性材料の切断方法とその装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下図示実施例について本発明を説明すると、図1ないし図2において、1は切断装置であり、この切断装置1により脆性材料である透明な液晶ガラス2を切断線Qに沿って切断できるようになっている。

この切断装置1は、板状の液晶ガラス2を支持する加工テーブル3と、この加工テーブル3の上方側に配置されて該加工テーブル3上の液晶ガラス2に対して第1レーザ光L1及び第2レーザ光L2を照射する照射手段4と、この照射手段4を加工テーブル3上の液晶ガラス2に対して相対移動させる移動手段5と、さらに上記照射手段4および上記移動手段5の作動を制御する制御装置6とを備えている。

【0007】

加工テーブル3は所定位置に固定して配置してあり、かつ液晶ガラス2を支持する支持面に図示しない吸着手段を備えている。脆性材料としての液晶ガラス2は加工テーブル3の支持面上に水平に支持されるとともに、液晶ガラス2の裏面2Bが上記図示しない吸着手段によって吸着保持されるようになっている。それによって液晶ガラス2が加工テーブル3上で位置ずれしないようになっている。

照射手段4は、箱型のケーシング7内に収納した第1レーザ発振器8および第2レーザ発振器9を備えるとともに、ケーシング7内に第1集光レンズ11及び第2集光レンズ12を備えており、さらにダイクロイックミラー13とベンドミラー14を備えている。

第1レーザ発振器8はケーシング7内の下方側に配置してあり、第2レーザ発振器9はケーシング7内における第1レーザ発振器8の上方位置に配置している。第1レーザ発振器8および第2レーザ発振器9は、制御装置6によって作動を制御されるようになっており、制御装置6によって両レーザ発振器8、9が作動されると、上下位置となる両レーザ発振器8、9から水平方向における同一方向に向けて第1レーザ光L1と第2レーザ光L2が発振されるようになっている。

後に詳述するが、第1レーザ発振器8からは液晶ガラス2に対して吸収率の低い短波長の第1レーザ光L1を発振する一方、第2レーザ発振器9からは上記第1レーザ光L1よりも波長が長く液晶ガラス2に対して吸収率の高い第2レーザ光L2を発振するようにしている。

【0008】

第1レーザ発振器8から発振される第1レーザ光L1の光路上に、上記第1集光レンズ11を配置するとともに、ビームコンバイナーとしての上記ダイクロイックミラー13を第1レーザ光L1の光軸に対して45度傾斜させて配置している。

ダイクロイックミラー13はレーザ光の波長の違いによって選択的にレーザ光を透過させ、あるいは反射するものである。本実施例においては、短波長である第1レーザ光L1はダイクロイックミラー13により下方側の液晶ガラス2に向けて反射されるようになっている。他方、第1レーザ光L1よりも波長が長い第2レーザ光L2は、上方側からこのダイクロイックミラー13に照射されると、該ダイクロイックミラー13を透過して液晶ガラス2に向けて照射されるようになっている。

そのため、第1レーザ発振器8から第1レーザ光L1が発振されると、該第1レーザ光L1は第1集光レンズ11を通過することによって収束されてダイクロイックミラー13によって下方に向けて反射されてからケーシング7の開口部7aを介して液晶ガラス2に照射されるようになっている。

なお、第1集光レンズ11は、第1レーザ光L1の光軸方向に図示しない移動手段によって移動可能となっており、焦点の位置を調節できるようになっている。

【0009】

本実施例の第1レーザ発振器8は短波長のUVQスイッチの第1レーザ光L1を発振させるものであり、上記第1集光レンズ11およびダイクロイックミラー13を経由して第1レーザ光L1を液晶ガラス2に照射することにより、その集光点において該液晶ガラス2に多光子吸収を起こさせるようになっている。

本実施例においては、第1レーザ光L1の焦点F1を液晶ガラス2の内部における裏面2Bの近傍に位置させるようにしている(図2参照)。その状態から波長355nm、平

均出力0.5～10Wでパルス幅5～100nsec、繰り返し周波数10～100kHzの範囲内で条件設定したUVQスイッチの第1レーザ光L1を液晶ガラス2に照射するようにしている。これにより、液晶ガラス2内における焦点F1の位置(裏面2Bの近傍)に多光子吸収が起こって、その部分に微小な亀裂Cが生じるようになっている(図3参照)。

このように、本実施例においては、第1レーザ光L1を分割線に沿って液晶ガラス2の表面2A側から照射して、反対側の裏面2Bに分割線に沿って亀裂Cを形成させるようになっている。

【0010】

次に、上記第2レーザ発振器9から発振される第2レーザ光L2の光路上で、かつ上記ダイクロイックミラー13の上方位置に、第2レーザ光L2の光軸に対して45度傾斜させて上記ベンドミラー14を配置している。ベンドミラー14と上記ダイクロイックミラー13とが上下位置で相互に平行な状態で配置されている。これにより、第2レーザ発振器9から第2レーザ光L2が発振されると、該第2レーザ光L2はベンドミラー14によって下方のダイクロイックミラー13に向けて反射されるようになっている。

上記ベンドミラー14とダイクロイックミラー13との間に、ベンドミラー14によって反射された第2レーザ光L2を集光する上記第2集光レンズ12を配置している。上述したように波長が長い第2レーザ光L2はダイクロイックミラー13を透過することができるので、第2レーザ発振器9から第2レーザ光L2が発振されると、ベンドミラー14によって下方に向けて反射されてから第2集光レンズ12によって集光され、その後ダイクロイックミラー13を透過した後、開口部7aを介して表面2A側から液晶ガラス2に照射されるようになっている。

図4に示すように、第2レーザ光L2の焦点F2は、液晶ガラス2の表面2Aの上方に位置させるようにしてあり、したがって、液晶ガラス2の表面2Aに第2レーザ光L2が照射される。これにより、デフォーカスされた第2レーザ光L2が円形でかつ5～10mmのスポット径で液晶ガラス2の表面2Aに照射されるようになっている(図5参照)。なお、第2レーザ光L2の焦点を液晶ガラス2の表面2Aより下方に位置させるようにして、第2レーザ光L2を液晶ガラス2に照射しても良い。

本実施例においては、制御装置6によって両レーザ発振器8、9を同期して作動させることで、両レーザ光L1、L2を同期して発振させるようにしてあり、しかも液晶ガラス2に照射される際の両レーザ光L1、L2の光軸を一致させるようにしている(図2、図5参照)。これによって、ダイクロイックミラー13によって反射されて液晶ガラス2へ照射される第1レーザ光L1と、ダイクロイックミラー13を透過して液晶ガラス2に照射される第2レーザ光L2とを重畳させるようにしている。

【0011】

第2レーザ発振器9は、液晶ガラス2に対して吸収率の高いCO2レーザ光である第2レーザ光L2を連続発振するようになっており、液晶ガラスの表面2Aにおけるレーザパワー密度は1～10W/mm<sup>2</sup>の範囲内に設定している。また、第2集光レンズ12は、第2レーザ光L2が液晶ガラス2に照射された際に、図5に示した液晶ガラス2の表面2Aにおける第2レーザ光L2の円形のスポット径が5～10mmとなる高さ位置に支持されるようになっている。なお、第2集光レンズ12も第1集光レンズ11と同様に、第2レーザ光L2の光軸方向に移動可能にしても良い。

これにより、第2レーザ光L2が液晶ガラス2に吸収されることにより、照射位置を中心に内部が加熱されて温度勾配が発生し、この温度勾配が発生した領域に残留引張応力が生じる(図4(a)参照)。そして、照射位置を分割線に沿って移動させることによって分割線を中心として左右対称な残留引張応力となり、第1レーザ光L1によって形成されていた微小な亀裂Cが液晶ガラス2の厚さ方向に成長して、液晶ガラス2の裏面2Bから表面2Aまで到達することで液晶ガラス2が割断されるようになっている。

【0012】

本実施例においては、移動手段5によって、照射手段4を加工テーブル3上の液晶ガラ

ス2に対して水平面のXY方向に相対移動させるようにしている。より詳細には、照射手段4の両レーザ光L1、L2の照射位置を100～6000mm/minの範囲で設定した速度で液晶ガラス2の分割線Qに沿って移動させることで、該分割線Qに沿って液晶ガラス2を切断するようにしている。また、移動手段5は照射手段4をZ方向にも移動可能となっている。

なお、第1レーザ光L1及び第2レーザ光L2の各光路の長さは、照射手段4を移動させても一定となっている。また、本実施例では、被加工物である液晶ガラス2の厚さや材質が変更された場合には、制御装置6は移動手段5を介して照射手段4を所要量だけ昇降させたり、集光レンズ11、12の位置を移動させたりすることで、第1レーザ光L1の焦点の位置と第2レーザ光L2のスポット径を所定の位置や大きさに合わせるようにしている。

#### 【0013】

以上の構成において、液晶ガラス2を楕円形の分割線Qに沿って切断する場合について作動を説明する。

この場合には、液晶ガラス2を加工テーブル3上に載置することにより、図示しない吸着手段によって液晶ガラスの裏面2Bが吸着保持されて、水平に支持される。そして、両レーザ発振器8、9が作動されていない状態において、移動手段5によって照射手段4をXY方向に所要量だけ移動させて、両レーザ光L1、L2の光軸を分割線Qの始点Q1と一致する位置に位置させる。

これにより、第1レーザ光L1の焦点F1は、液晶ガラス2における分割線Qの始点Q1の位置で、かつ液晶ガラス2の裏面2Bの近傍に合わせられている。しかも、第2集光レンズ12によって集光される際の第2レーザ光L2の焦点F2は表面2Aよりも少し上方に合わせられている。

この状態から制御装置6によって両レーザ発振器8、9を同期して作動させる。これにより、上記第1レーザ光L1と重畳して第2レーザ光L2が始点Q1となる液晶ガラス2の表面2Aに照射される。

すると、第1レーザ光L1によって液晶ガラス2内の焦点F1の位置、つまり裏面2Bの近傍の位置に多光子吸収が起こり、裏面2Bに微小な亀裂Cが発生する(図3参照)。

これと同時に第2レーザ光L2が液晶ガラス2に照射されているので、上記微小な亀裂Cが生じた始点Q1とその周辺が第2レーザ光L2によって加熱されて、そこに大きな温度勾配を発生する(図4(a))。この後、移動手段5によって照射手段4が液晶ガラス2に対してXY方向に移動されることで、両レーザ光L1、L2の光軸が液晶ガラス2の分割線Qに沿って相対移動される。この移動によって分割線上に第1レーザ光L1による亀裂が形成されていく。また、第2レーザ光L2の照射位置の相対移動に遅れて第2レーザ光L2により上記分割線Qに沿って上記微小な亀裂Cが液晶ガラス2の裏面2B側から表面2A側へ成長されて、表面2Aまで到達することで分割線Qの始点Q1から切断される。

このように両レーザ光L1、L2が液晶ガラス2の分割線Qに沿って相対移動されることで、第1レーザ光L1による微小な亀裂Cの発生と、第2レーザ光L2による加熱が行われるので、始点Q1から分割線Qに沿って連続して切断されていき、したがって、液晶ガラス2は、両レーザ光L1、L2によって分割線Qに沿って所定の形状に切断されるようになっている。

#### 【0014】

以上のように本実施例においては、両レーザ光L1、L2を重畳させて同時に液晶ガラス2に照射することで、該液晶ガラス2を分割線Qに沿って切断するようにしている。つまり、亀裂を生じさせる工程と、亀裂を成長させる工程とを同時に行うことができる。そのため、本実施例の切断装置1及びそれによる上述した切断方法によれば、上記従来の加工方法と比較して、切断作業に要する作業時間を短縮させることができる。

しかも、本実施例においては、両レーザ光L1、L2を重畳させて、かつ光軸を一致させた状態において液晶ガラス2を分割線Qに沿って切断するので、分割線Qが曲線であっ



ても支障なく切断することができる。したがって、本実施例の切断装置1及びそれによる上述した切断方法によれば、従来と比較して汎用性が高い切断装置を提供することができる。

また、本実施例においては、液晶ガラス2にスクライビング溝を形成しないため、上記特許文献1及び特許文献2に開示された従来の方法と比較して、切断面をきれいに上げることができる。

さらに、本実施例においては、液晶ガラス2に対してその表面2A側から第1レーザ光L1を照射して、裏面2Bに微小な亀裂Cを生じさせてあり、それとともに第2レーザL2で亀裂Cの箇所を加熱して切断するので、亀裂Cは裏面2Bから表面2Aまで到達して液晶ガラス2が完全に切断される。そのため、上記特許文献3及び4に開示された従来の方法と比較して、脆性材料を短時間で確実に切断することが可能である。

なお、液晶ガラス2の分割線Qが一直線である場合には、両レーザ光L1、L2の光軸を一致させる必要は無く、図6に示すように、両レーザ光L1、L2が重畳する範囲内で両レーザ光L1、L2の光軸をずらしても良い。

【0015】

次に、図7は本発明の第2実施例を示したものである。上述した第1実施例においては両レーザ光L1、L2を重畳させて同時に液晶ガラス2に照射するようにしていたが、この第2実施例は両レーザ光L1、L2を重畳させないで少しタイミングをずらして照射するようにしたものである。

すなわち、この第2実施例においては、上記第1実施例におけるダイクロイックミラーの代わりに単に第1レーザ光L1を反射するだけの機能を有する第1ベンドミラー13を配置している。そして、第2集光レンズ12および第2ベンドミラー14を、上記第1ベンドミラー13の上方位置からずれたケーシング7の外方寄りの位置に配置している。これにより、両レーザ光L1、L2は重畳することなく、表面2A側から液晶ガラス2に照射されるようになっている。

このように第2実施例においては、両レーザ光L1、L2の光軸が所定量だけずれて液晶ガラス2に照射されるようになっているので、本実施例においては、加工テーブル3を図示しない回動手段により、加工テーブル3を中心として水平面で90度の範囲内で正逆に回転できるようにしている。

その他の構成は、上記第1実施例に示した切断装置1の構成と同じであり、同一部分の構成の説明は省略する。

【0016】

このような第2実施例の切断装置1においては、先ず先行して第1レーザ光L1を表面2A側から液晶ガラス2に照射して分割線Qに沿って液晶ガラス2の裏面2Bに微小な亀裂Cを生じさせる。

移動手段5によって第1レーザ光L1を液晶ガラス2の分割線Qに沿って相対移動させるとともに、第1レーザ光L1の移動に追随して第2レーザ光L2を移動させつつ、該第2レーザ光L2を表面2A側から先に亀裂Cが生じた箇所に照射するようにしている。これにより、微小な亀裂Cが厚さ方向に成長して、裏面2Bから表面2Aまで到達して液晶ガラス2が切断されるようになっている。

なお、2つの直線からなる分割線Qが直交するような場合には、図示しない回動手段によって加工テーブル3を90°回転させることによって、所望の切断が可能である。

【0017】

このような第2実施例においても、液晶ガラス2に対してその表面2A側から第1レーザ光L1を照射して、裏面2Bに微小な亀裂Cを生じさせてあり、それとともに第2レーザL2で亀裂Cの箇所を加熱して亀裂Cを厚さ方向に成長させているので、亀裂Cは裏面2Bから表面2Aまで到達して液晶ガラス2が完全に切断される。そのため、上記特許文献3及び4に開示された従来の方法と比較して、脆性材料を確実に短時間で切断することが可能である。

【0018】

次に図8ないし図9は、本発明の第3実施例を示したものである。上述した第1実施例及び第2実施例の割断装置1においては、二種類のレーザ光L1、L2を液晶ガラス2に表面2A側から照射して割断するようにしていたが、この第3実施例においては、第1レーザ光L1のみを表面2A側から液晶ガラス2に照射することで液晶ガラス2を割断するように構成したものである。

すなわち、第3実施例の割断装置1は、上記第2実施例における第2レーザ発振器9、第2集光レンズ12および第2ペンダミラー14を省略する一方、第1集光レンズ11と第1レーザ発振器8との間の第1レーザ光L1の光路上にビーム径を拡大するためのビームエキスパンダー17を配置している。このビームエキスパンダー17によって第1レーザ光L1のスポット径を小さくするようにしている。

そして、この第3実施例においては、第1レーザ発振器8から第1レーザ光L1としてのピコ秒パルスレーザを発振するようにしている。ピコ秒パルスレーザは、波長355nm、平均出力2〜10W、パルス幅5ピコ〜500ピコ秒、パルス周波数は5KHz〜200MHzの範囲内で条件設定するようにしている。また、第1集光レンズ11の焦点距離10〜50mmのものを使用し、ビームエキスパンダー17によってビーム径を2〜10倍の範囲内で設定して第1レーザ光L1の焦点F1のスポット径を10μmとして、液晶ガラス2の裏面2Bの近傍に第1レーザ光L1を照射するようにしている。その他の構成は、上記第2実施例のものと同一である。

この第3実施例においては、上述したように、表面2A側から第1レーザ光L1が液晶ガラス2に照射されると、図9(a)に示すように、第1レーザ光L1は液晶ガラス2の内部を通して焦点Cの位置で多光子吸収され、液晶ガラス2の裏面2B上に微小な改質硬化部Hが形成される。この改質硬化部Hとそれよりも表面2A側となる第1レーザ光L1が照射された部分(図9(a)に斜線で表示した部分)では、第1レーザ光L1がわずかに吸収されて発熱し、内部応力が発生している。

このようにして、分割線の始点から第1レーザ光L1を分割線に沿って照射することで、分割線に沿って改質硬化部Hを形成していくと、若干遅れて、改質硬化部Hとその改質硬化部と接する非硬化部との境界部に微小な亀裂Cが発生し、上記内部応力によって微小な亀裂Cが分割線に沿って、裏面2B側から表面2A側に成長し割断される(図9(b)参照)。

なお、移動手段5は分割線に沿って第1レーザ光L1の照射位置を液晶ガラス2に対して100〜2000mm/minで相対移動させるようにしている。これに伴って、改質硬化部Hは液晶ガラス2から分離される(図9(c))。

このような第3実施例であっても、上記第1、2実施例と同様の作用・効果を得ることができる。

上記第3実施例においては、液晶ガラス2が割断されると、改質硬化部Hは液晶ガラス2から分離するようになっていたが、割断後において最初に発生した亀裂Cの位置に付着する場合もある。

また、この第3実施例において、被加工物である液晶ガラス2の材質や厚さが変更された場合には、第1レーザ光L1の焦点F1を裏面2B近傍の位置に合わせるために、移動手段5によって照射手段4をZ方向に昇降させるようにしても良いし、第1集光レンズ11を光軸方向に移動させるようにしても良く、さらには、照射手段4を昇降させるとともに第1集光レンズ11を光軸方向に移動させるようにしても良い。

なお、上記各実施例の割断装置1においては、被加工物である液晶ガラス2としてアニーリングなどの特別な処理をしないものを想定したが、脆性材料にアニーリングを施したもや、PDP基板、有機EL基板やシリコンウエハ、化合物半導体などであっても上記本実施例の割断装置1によって割断することができる。

さらに、上記実施例において、分割線Qの下方側となる加工テーブル3に冷却手段としての流体を流通させるようにしても良い。それによって、液晶ガラス2の分割線Qに両レーザ光L1、L2を照射する際に照射スポットの後方を流体で冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施例を示す概略の平面図。

【図2】図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿う断面図。

【図3】図2に示した切断装置1の要部による処理工程を示す図。

【図4】図2に示した切断装置1の要部による処理工程を示す図。

【図5】図2に示した両レーザー光L1、L2の光軸の関係を示す図。

【図6】本発明の他の実施例における両レーザー光L1、L2の光軸の関係を示す図。

【図7】本発明の第2実施例を示す断面図。

【図8】本発明の第3実施例を示す断面図。

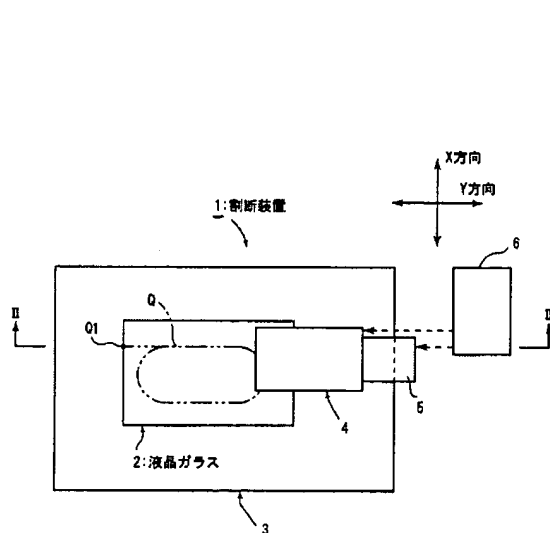
【図9】図8に示した第3実施例の切断装置1による切断作業の進行状況を示す断面図。

【符号の説明】

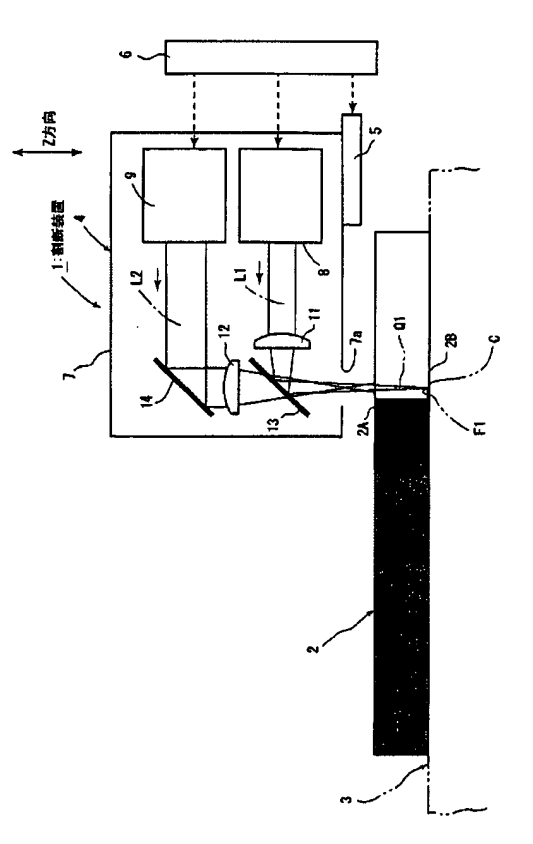
【0020】

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1…切断装置     | 2…液晶ガラス（脆性材料） |
| 2A…表面      | 2B…裏面         |
| 4…移動手段     | 8…第1レーザー発振器   |
| L1…第1レーザー光 | Q…分割線         |
| F1…L1の焦点   |               |

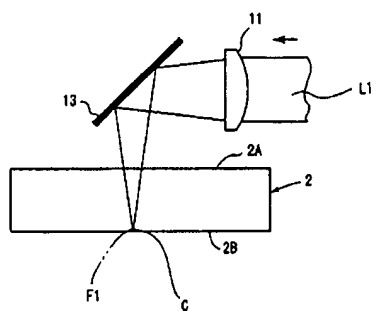
【図1】



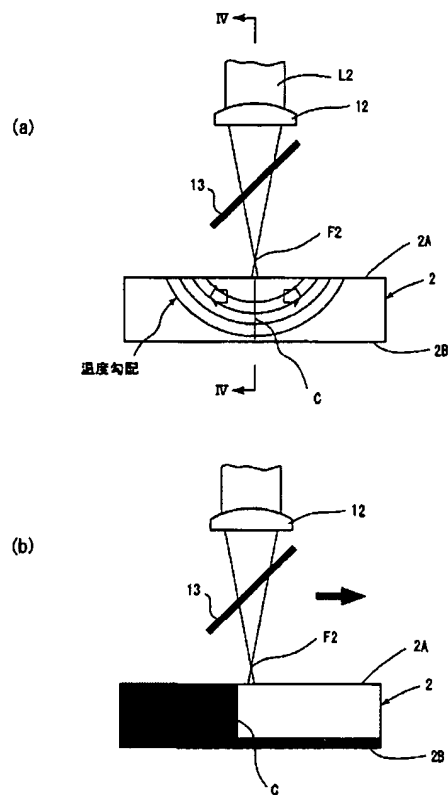
【図2】



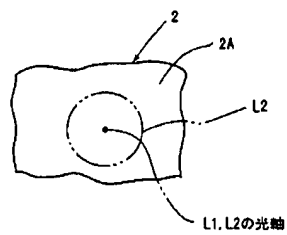
【図3】



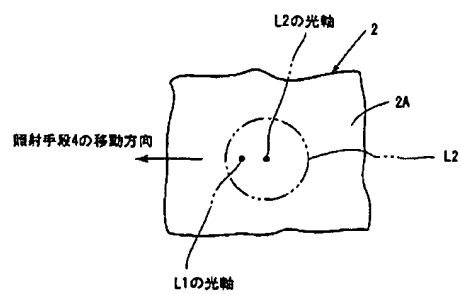
【図4】



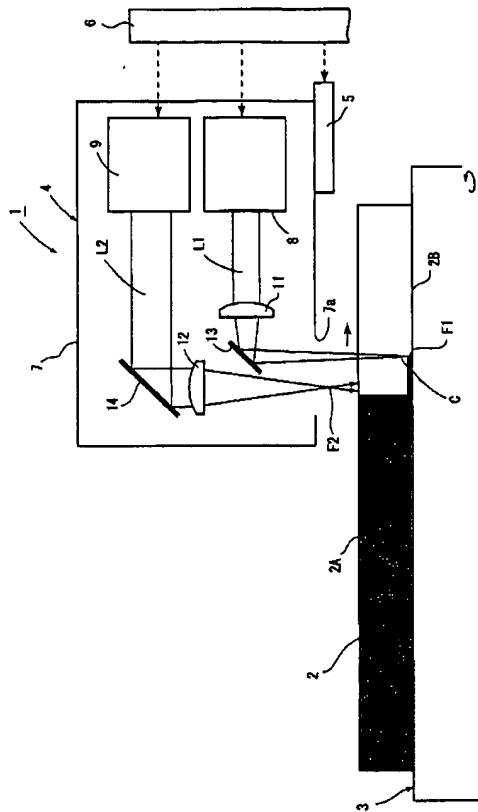
【図5】



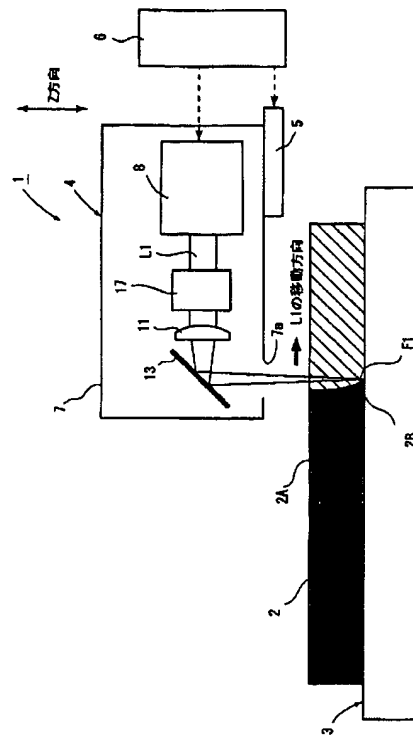
【図6】



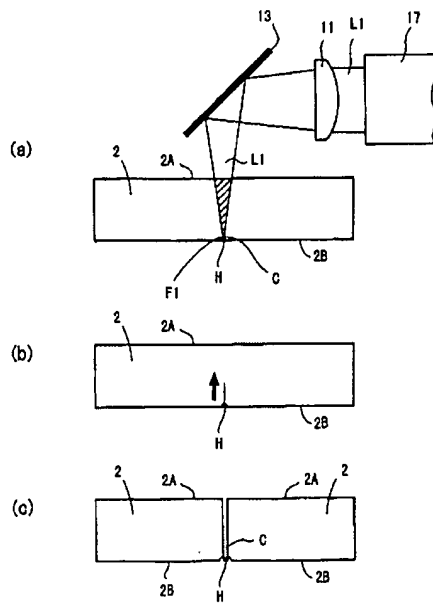
【図7】



【図8】



【図9】



Fターム(参考) 2H090 JB02 JC01 JC13 JD13 JD15 LA16  
3C069 AA01 BA08 BB01 BB04 CA11 EA01  
4E068 AE00 CA03 CA11 CD16 DB12 DB13  
4G015 FA06 FB02 FC02 FC14